

Bilan de l'amélioration du niveau de tolérance du palmier à huile à la fusariose

Évolution de la maladie sur la plantation

R. Michaux

H. DE FRANQUEVILLE (1), J.-L. RENARD (2)

Résumé. — C'est principalement dans la zone dite de la savane de Dabou que la fusariose du palmier à huile provoque en Côte-d'Ivoire les dégâts les plus importants. Située au coeur de cette zone, la plantation expérimentale R. Michaux (IRHO) est devenue au cours des décennies un lieu d'étude du comportement du matériel végétal vis-à-vis de la maladie, par son dispositif de plantation en lignées repérées. Ayant entraîné des pertes supérieures à 20 % dans les cultures antérieures à 1970, la fusariose en a causé en moyenne moins de 7 à 8 % dans les cultures des années 1970 et moins de 5 % dans les cultures des années 1980. Cette amélioration progressive résulte de l'introduction de deux facteurs : la reproduction d'hybrides tolérants à la maladie, dans le cadre de la sélection récurrente réciproque ainsi que la mise en place de tests précoces de comportement par inoculation du pathogène, *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, au stade de la prépipinière.

INTRODUCTION

La fusariose du palmier à huile, dont l'agent pathogène est *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (FOE), provoque en Afrique centrale et occidentale des dégâts considérables. Décrite tout d'abord par Wardlaw au Zaïre (1946), elle est également connue au Congo, au Cameroun, au Nigéria, au Bénin et en Côte-d'Ivoire. Ce n'est que récemment que cette maladie a été signalée pour la première fois au Brésil par Van de Lande (1983).

C'est en ancienne zone de savane, dans la région de Dabou, qu'en Côte-d'Ivoire la fusariose s'est d'abord déclarée, provoquant des pertes importantes : ceci a conduit l'IRHO à mettre en place, dès 1960, un programme de sélection pour la résistance à cette maladie. La plantation R. Michaux, couvrant une superficie de 4000 hectares située au coeur de la zone atteinte par la fusariose, devenait, dès lors, un lieu d'étude privilégié pour y conduire ces travaux : la mise en place de tests précoces de détection du matériel le plus performant ainsi que l'étude du comportement au champ des croisements retenus après ces tests permettent aujourd'hui de dresser un bilan de l'amélioration du matériel végétal qu'il nous paraît intéressant d'exposer dans cette note.

MATERIEL ET METHODES

Depuis le début des années 1960, les recherches sur la fusariose du palmier à huile ont connu plusieurs étapes qui sont résumées par la figure 1. Comme pour nombre d'autres maladies vasculaires, elles ont été dirigées vers la mise en évidence de croisements résistants, tant il était évident qu'au champ, certaines lignées présentaient un meilleur comportement que d'autres, bien que situées dans un même environnement. L'évaluation du comportement du matériel végétal ainsi dégagée a conduit à développer un test de sélection précoce.

Test d'inoculation en prépipinière

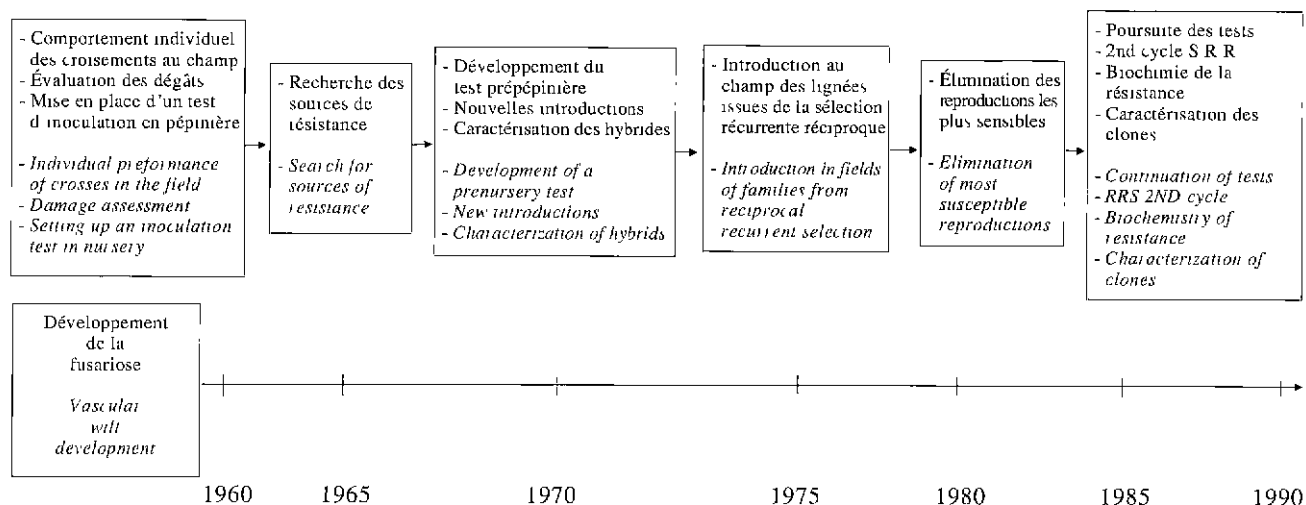
• Inspiré par les travaux de Prendergast (1963), le test d'inoculation a d'abord été appliqué à de jeunes plants de palmiers à huile, au stade de la pépinière. Différents croisements de différentes origines ont ainsi été soumis à l'inoculation de l'agent pathogène afin que soient mises en évidence les sources de résistance et les sources de sensibilité. Ce n'est que plus tard que la technique a été adaptée à la mise au point d'une méthode d'évaluation à grande échelle du matériel végétal produit : Renard *et al.* (1972) ont décrit le déroulement et l'exploitation des tests d'inoculation désormais réalisés au stade de la prépipinière. On rappellera seulement que chaque croisement est caractérisé par un indice (I) représentant, en pourcentage, le rapport entre le pourcentage de plants fusariés qu'il obtient et celui de la moyenne de tous les croisements du test dans lequel il figure. L'indice 100 étant attribué à cette moyenne, un croisement est donc d'autant plus tolérant que son indice est faible. Chaque géniteur est alors caractérisé par la moyenne des indices des croisements dans lesquels il intervient.

Matériel végétal

• La sélection récurrente réciproque, sur laquelle est basée l'amélioration du palmier à huile dans le schéma adopté par l'IRHO (Meunier et Gascon, 1972), permet de reproduire un hybride performant pour un ou plusieurs paramètres donnés dont le potentiel de production demeure, bien évidemment, le plus important. La conformité de la reproduction d'un croisement par rapport à celui-ci a été établie par Jaquemard *et al.* (1981). L'amélioration des hybrides reproduits a été confirmée ensuite (Gascon *et al.*, 1988). Pour le matériel destiné à l'Afrique, la résistance à la fusariose constitue un critère de sélection essentiel, mais qui ne doit pas être obtenu au détriment du potentiel de production : Renard *et al.* (1980) ont décrit les sources de résistance mises en évidence par les tests d'inoculation, dans le cadre de la sélection récurrente réciproque d'une part, dans le cadre de nouvelles introductions, telles que les origines latino-américaines dérivant de l'*Elaeis oleifera* et de son hybridation avec

(1) Plantation expérimentale R. Michaux - BP 8 - Dabou - Côte-d'Ivoire.

(2) IRHO/CIRAD - Division phytopathologie - BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1 (France)



E. guineensis, d'autre part. Ces différents résultats ont conduit Renard et Meunier (1983) à définir les catégories d'hybrides à conserver, ou à éliminer, pour les zones touchées par la fusariose.

Matériel destiné à la plantation R. Michaux

• C'est sur cette plantation que sont évalués, en pré-pépinière, 600 à 700 croisements par an. Le site est particulièrement favorable à la confirmation ou non du potentiel de résistance à la fusariose décelé par le test d'inoculation : en effet, il n'était pas rare d'observer dans les cultures plantées dans les années 1950 et 1960 des lignées décimées par la maladie, mettant ainsi en évidence la forte pression parasitaire exercée dans cette zone.

Dès l'obtention des premiers résultats des tests, vers 1970-1972, les lignées d'indice inférieur à 100, ont été plantées, puis à partir de 1975 les lignées d'indice inférieur à 70, appartenant de plus en plus aux reproductions d'hybrides les plus performantes, après élimination des plus sensibles vers la fin des années 1970 et le début des années 1980. Tous les croisements plantés sont repérés sur le terrain, qui, depuis 1976, n'abrite plus que des replantations.

Observations

• Un suivi régulier du comportement, au champ des différents croisements plantés est assuré par un dispositif de relevés successifs. Leur fréquence dépend de l'âge des plantations : on procède à quatre observations annuelles jusqu'à 5 ans, trois observations de 6 à 8 ans, deux observations au-delà de 8 ans. Ce suivi permet d'établir un historique précis de l'évolution de la fusariose sur les différentes parcelles et de dégager régulièrement deux informations essentielles :

• Le pourcentage de fusariose exprimée à un moment donné : il comprend tous les palmiers qui expriment des symptômes de fusariose, y compris ceux qui sont morts de la maladie.

• Le pourcentage de fusariose cumulée : il comprend tous les palmiers qui ont exprimé à un moment ou à un autre les symptômes de la maladie quelle qu'ait été par la suite l'évolution de ceux-ci.

C'est en considérant ces deux pourcentages, et leur rapport, qu'il est possible d'établir un taux de rémission, illustrant la capacité du matériel végétal à surmonter l'agression parasitaire.

RESULTATS

Évolution de la fusariose en fonction des années de culture

L'incidence de la fusariose sur la plantation R. Michaux à la fin de l'année 1988 est indiquée par les figures 2,3,4, chacune des années de culture de 1964 à 1982 y étant représentée.

La figure 2 reprend le pourcentage de cas de fusariose apparus sur chaque année de culture : tous les palmiers qui ont exprimé à un moment donné les symptômes de la maladie sont donc pris en compte dans ce pourcentage. Les cultures 1964 à 1967, représentant près de 500 hectares, ont subi en moyenne plus de 25 % de fusariose. Jusqu'aux plantations 1976, le taux de fusariose cumulée est en moyenne largement supérieur à 15 %, puis tend à décroître ensuite.

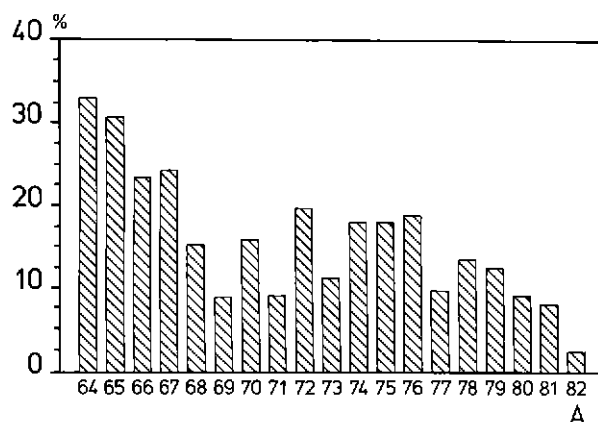


FIG. 2. — Plantation R. Michaux — fusariose cumulée en fonction des années de culture (situation fin 1988) — R. Michaux plantation — cumulated vascular wilt depending on planting year (situation at the end of 1988)
A : Années de culture — (Planting year)

Au niveau de l'expression des symptômes, on constate une diminution régulière de la fusariose en fonction de la date de plantation (Fig. 3). Les cultures 1964 à 1967 se maintiennent à 20 % en moyenne de palmiers extérieurement à la maladie, certains de leurs croisements dépassant 70 % de fusariose. À partir de 1968-1970, suite aux premières recherches de sources de tolérance, la manifestation des symptômes devient moins importante, malgré un pourcentage de fusariose cumulée encore élevé. La période 1970-1975 correspond à la mise en place et au développement des tests d'inoculation.

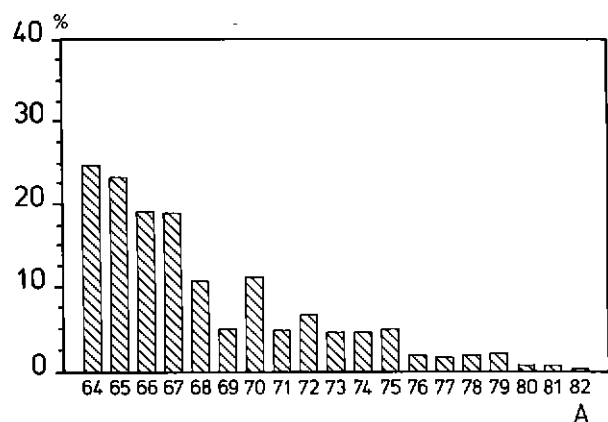


FIG. 3. — Plantation R. Michaux : fusariose exprimée en fonction des années de culture (situation fin 1988) — *R. Michaux plantation : expressed vascular wilt depending on planting year situation at the end of 1988*
A : Années de culture — (Planting year)

À partir des plantations 1976, on assiste à une diminution régulière des taux de fusariose cumulée et de fusariose exprimée, à la suite de la caractérisation des différentes catégories d'hybrides pour leur tolérance vis-à-vis de la maladie.

Les données des figures 2 et 3 permettent d'établir un taux de rémission en fonction de la date de plantation. Inférieur à 25 % dans la seconde moitié des années 1960, ce taux de rémission augmente régulièrement jusqu'à 70 % pour atteindre et dépasser 80 % dans la seconde moitié des années 1970. Il devient supérieur à 90 %, voire 95 %, après 1980.

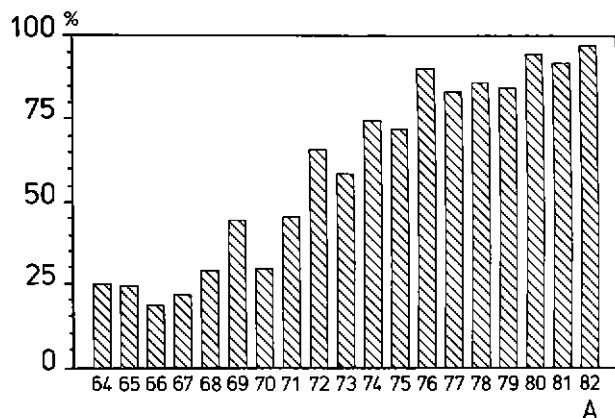


FIG. 4. — Plantation R. Michaux : évolution du taux de rémission en fonction des années de culture (situation fin 1988) — *R. Michaux plantation : evolution of remission rate depending on planting year situation at the end of 1988*
A : Années de culture — (Planting year)

Ainsi, au début du processus de sélection pour la tolérance à la fusariose, la disparition des symptômes ne concernait qu'un arbre sur quatre atteints. Dans les conditions de Dabou, la forme chronique de la maladie est prédominante et les symptômes manifestés se maintiennent pendant de longues années, avant que l'arbre ne finisse par disparaître. Désormais, les symptômes ne se maintiennent que sur un arbre sur dix fusariés, les neuf autres reprenant progressivement un développement normal.

Il est légitime de se demander s'il s'agit d'une situation durable et si les pourcentages observés sur les cultures les plus anciennes ne proviennent pas, de fait, de leur âge. L'évolution en fonction du temps et du matériel végétal apporte des indications supplémentaires.

Évolution de la fusariose au cours du temps

L'effet stimulant de la culture du palmier à huile sur le développement des populations de *F. oxysporum* a été mis en évidence par Renard (1967). Cet effet est d'autant plus mar-

qué que les arbres atteints de symptômes chroniques se maintiennent et créent ainsi des conditions préjudiciables à l'état sanitaire de la replantation (de Franqueville et Renard 1988).

C'est donc à un inoculum important que sont confrontés les palmiers de seconde génération. Cet inoculum est alors suffisant pour faire de la fusariose une maladie du jeune âge. Les figures 5 et 6 le confirment en retraçant, l'évolution cumulée de la maladie sur quelques années de culture en replantation : les cas de fusariose apparaissent dans les trois à quatre années qui suivent la plantation pour atteindre, ensuite, un plateau qui est fonction de la nature du matériel végétal. On constate notamment que l'évolution des replantations 1975 et 1976 est parfaitement stabilisée depuis 1979-1980 : les chiffres indiqués entre parenthèses montrent, en outre, que le phénomène de rémission l'emporte sur le phénomène d'apparition.

Ces observations qui se confirment d'année en année ont conduit à écarter du matériel végétal les catégories d'hybrides les moins performantes vis-à-vis de la fusariose pour aboutir, sur les cultures les plus récentes, à une situation décrite par la figure 7. À l'exception des cultures 1985 qui n'occupent que 38 hectares et qui sont plantées de croisements non testés et non repérés, l'évolution de la maladie y est désormais stabilisée, à un pourcentage inférieur à 2,5 %.

DISCUSSION - CONCLUSION

La situation que nous venons de décrire démontre qu'une amélioration progressive de la tolérance à la fusariose a été obtenue au cours des quinze dernières années. Cette amélioration repose sur la caractérisation du matériel végétal par sa réaction à l'inoculation de l'agent pathogène et sur la reproduction d'hybrides tolérants, dans le cadre de la sélection réciproque. Elle se manifeste par une réduction de l'expression des symptômes ainsi que par l'aptitude qu'ont les palmiers à surmonter l'agression parasitaire et à évoluer vers un développement normal malgré la colonisation à laquelle leur système vasculaire a été soumis : c'est ce que traduit l'évolution du taux de rémission.

L'incidence de cette manifestation temporaire de la fusariose sur la production de régimes est en cours d'étude et est évoquée par ailleurs (Renard et de Franqueville, 1989) : les premières indications recueillies montrent une action dépressive sur le rendement, plus ou moins importante selon la tolérance de l'hybride reproduit. C'est pourquoi, dans l'étude du comportement des lignées au champ et la prise en compte de celles-ci dans le processus de sélection, le taux de fusariose cumulée intervient davantage que le pourcentage exprimé ou la capacité de rémission : on cherche, en effet, à sélectionner le matériel qui extériorise le moins possible de symptômes, si ténue et si ponctuelle que soit l'apparition des symptômes. Ces croisements, dont la tolérance en préépiphière est confirmée par leur comportement en terrain hautement fusarié, sont refaits dans le cadre d'un programme spécial.

On peut s'interroger, par ailleurs, sur la stabilité du plateau atteint après trois ou quatre années de plantation. Les catégories d'hybrides qui sont maintenant plantées depuis quatorze ans n'évoluent plus vers l'expression de la maladie et ceci, malgré la forte pression parasitaire exercée dans la zone de la savane de Dabou, pression d'autant plus importante qu'il s'agit de replantations. Il faut cependant prendre garde à ne pas favoriser d'adaptation du parasite à une gamme par trop restreinte de matériel végétal : de nouvelles sources de tolérance sont régulièrement décelées par inoculation du FOE, que ce soit à partir des croisements issus des différents programmes de sélection et de recombinaisons ou à partir de clones dont certains s'avèrent déjà très prometteurs et subissent actuellement l'étape de confirmation, au champ, de leur potentiel de tolérance.

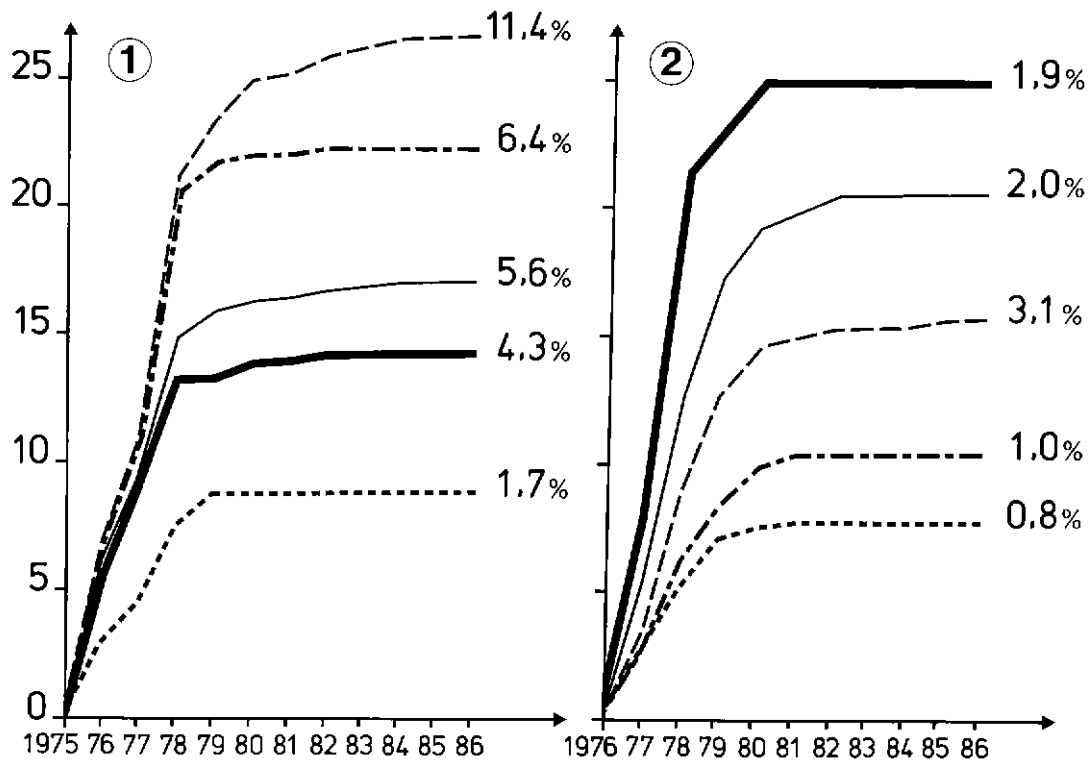


FIG. 5 — Évolution de la fusariose — (Vascular Wilt Evolution)
Matériel végétal — (Planting material)
— L2T × D10D — D10D × L2T - C1401 — D115D × L2T - C1001
- - - D10D × (L2T × L7T) - C1408 — Divers D × LM6 - LM4 - YBI7
Entre parenthèses, situations visible au 1^{er} semestre 1986 (In brackets, situation visible in 1st half 1986)

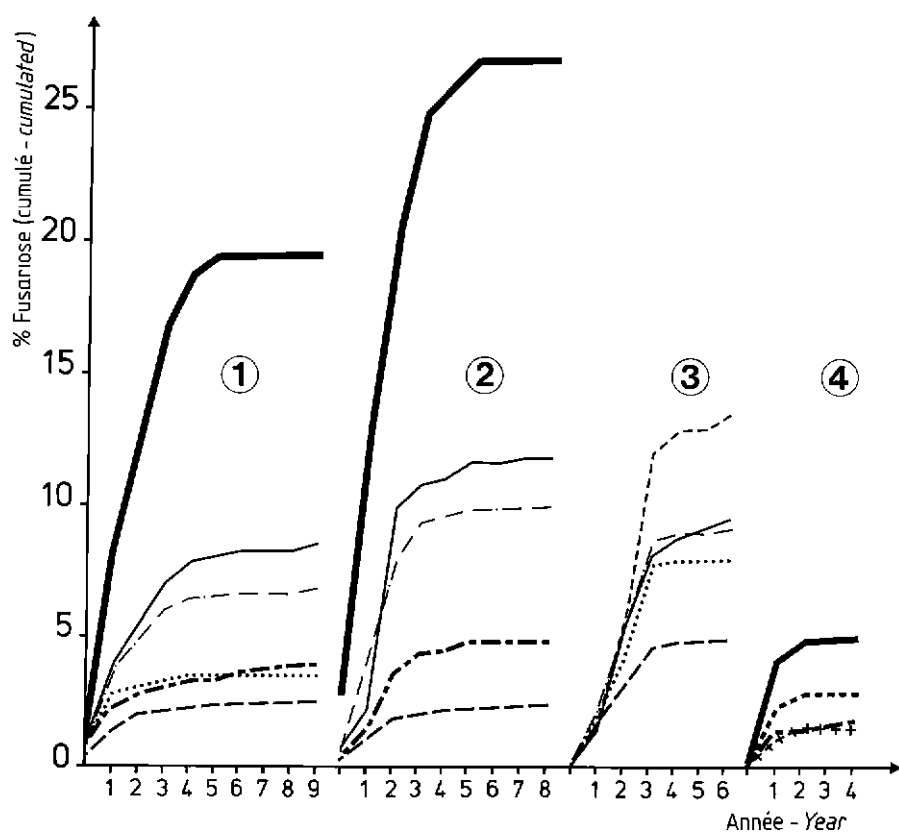


FIG. 6 — Évolution de la fusariose — (Vascular Wilt Evolution)
Matériel végétal — (planting material)
— L2T × D10D Témoin — D118D × L2T - C1101 — D10D × L2T - C1401 — D115D × L2T - C1001
- - - D10D × (L2T × L7T) - C1608 — D5D × LT5 - C1902 — D118D × L451T - C1104
+ + + + (D115D × L269D) × L2T - C 2301 + + + + (D10D × D115D) × L2T - C0101

Les tests d'inoculation ont permis de mettre en évidence une gamme de matériel tolérant et d'assurer, avec succès jusqu'à présent, un programme de replantation à haut risque. La concordance générale qu'ils offrent avec les résultats au champ a été constatée dans d'autres situations, comme au Zaïre (de Franqueville, 1984) mais on a également constaté des différences de comportement entre les tests de préépinière et la plantation, dues en partie à la nature des mécanismes de résistance qui sont en jeu et qui sont encore mal connus. C'est afin d'éliminer ces différences que l'étude des mécanismes physiologiques qui confèrent la résistance à la fusariose (Taquet *et al.*, 1985) vient désormais en contrepoint des tests classiques afin d'optimiser au mieux le processus de sélection : la phase de replantation des palmeraies des années 1960 nécessite, en effet, un effort particulier sur la maladie.

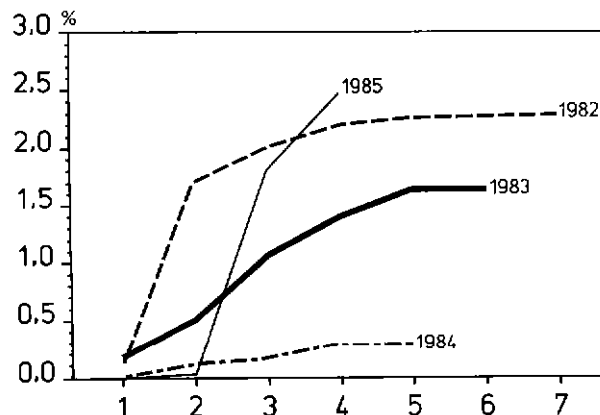


FIG. 7. — Plantation R. Michaux : évolution cumulée de la fusariose sur les cultures 1982 à 1985. — R. Michaux : plantation cumulated evolution of vascular wilt in the 1982 to 1985 crops

BIBLIOGRAPHIE

- [1] FRANQUEVILLE H. de (1984) La fusariose vasculaire du palmier à huile : relation entre la résistance en pépinière et la résistance en champ - *Oléagineux*, **39**, (11), 513-518
- [2] FRANQUEVILLE H. de, et J.-L. Renard (1988) La fusariose du palmier à huile en replantation. Méthodes d'études et mise en évidence de quelques facteurs de l'environnement sur l'expression de cette maladie - *Oléagineux*, **43**, (4), 149-157
- [3] GASCON J.-P., V. LE GUEN, B. NOUY, ASMADY et F. KAMGA (1988). Résultats d'essais de second cycle de sélection récurrente réciproque chez le palmier à huile *Elaeis guineensis* Jacq. - *Oléagineux*, **43**, (1), 1-7.
- [4] JACQUEMARD J.-C., MEUNIER J. et BONNOT F. (1981) Etude génétique de la reproduction d'un croisement chez le palmier à l'huile *Elaeis guineensis* - Genetic study of the reproduction of an *Elaeis guineensis* oil palm cross - *Oléagineux*, **36**, (7) 343-352
- [5] MEUNIER J. et GASCON J.-P. (1972). Le schéma général d'amélioration du palmier à huile à l'IRHO - *Oléagineux*, **27** (1) : 1-12.
- [6] PRENDERGAST A.-G. (1963) A method of testing oil palm progenies at the nursery stage for resistance to Vascular Wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* Schl. - *J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res.*, **4**, 156-175
- [7] RENARD J.-L. (1967). Incidence de la culture du palmier à huile sur les populations de *Fusarium* dans les sols de savane en Basse Côte-d'Ivoire - *Revue de Mycologie*, **32** (3) 211-227.
- [8] RENARD J.-L., GASCON J.-C. et BACHY A. (1972) Recherches sur la fusariose du palmier à huile - *Oléagineux*, **27** (12) 581-591
- [9] RENARD J.-L., NOIRET J.-M. et MEUNIER J. (1980) Sources et gammes de résistance à la fusariose chez le palmier à l'huile *Elaeis guineensis* et *Elaeis melanococca* - Sources and ranges of resistance to *Fusarium* Wilt in the oil palms *Elaeis guineensis* and *Elaeis melanococca* - *Oléagineux*, **35** (8-9) 387-393
- [10] RENARD J.-L. and MEUNIER J. (1983). Research for durable resistance to Vascular Wilt disease (*Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*) of oil palm (*Elaeis guineensis*) - in Durable Resistance in Crops Edited by F. LAMBERTI, J. M. WALLER and N. A. VAN DER GRAAF (Plenum Publishing Corporation)
- [11] RENARD J.-L. et de FRANQUEVILLE H. (1989) Intérêt des techniques culturales dans un dispositif de lutte intégrée contre la fusariose du palmier à huile. Paper presented at the 50th Anniversary of NIFOR, Benin City, November 1989
- [12] TAQUET B., RAVISE A., RENARD J.-L. et KUNESCH G. (1985) Modulation des réactions de défense du palmier à huile contre le *Fusarium oxysporum* f. sp. *Elaeidis* (Schell) Toovey - Applications prémunition et stimulation chimique. *Phytopath. Z.*, **112** 298-314
- [13] VAN DE LANDE (1983) News item : Vascular Wilt of oil Palms (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Brazil. *Oil Palm News*, **27** : p. 3
- [14] WARDLAW C.-W. (1946) A Wilt disease of the Oil Palm. *Nature* **158** p. 56.

SUMMARY

Improvement of oil palm vascular wilt tolerance - Results and development of the disease at the R. Michaux plantation.

H. de FRANQUEVILLE, J.-L. RENARD. *Oléagineux*, 1990, **45**, N° 10, p. 399-405

It is mainly in the zone known as the Dabou Savannah that oil palm vascular wilt causes the greatest damage in Côte-d'Ivoire. Over the decades, by virtue of its planting design in clearly identified families, the R. Michaux experimental plantation (IRHO), located in the heart of this zone, has become a centre for studies on planting material performance with respect to this disease. After causing losses of over 20 % in plantings prior to 1970, Vascular Wilt caused less than 7 to 8 % losses in 1970s crops and less than 5 % in 1980s crops. This gradual improvement arises from the introduction of two factors : reproduction of disease-tolerant hybrids from reciprocal recurrent selection and setting up of early performance tests by inoculation of the pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, in the prenursery.

RESUMEN

Balance de la mejora del nivel de tolerancia de la palma africana a la fusariosis - Evolución de la enfermedad en la plantación R. Michaux.

H. de FRANQUEVILLE (1), J.-L. RENARD (2), *Oléagineux*, 1990, **45**, N° 10, p. 399-405.

En Côte d'Ivoire, la fusariosis de la palma africana ocasiona los daños ms importantes en la zona llamada de sabana de Dabou. A través de los decenios, la plantación experimental R. Michaux (IRHO) localizada en el centro de esta zona, ha pasado a ser un lugar de estudio del comportamiento del material vegetal frente a la enfermedad, por su diseño estadístico en líneas identificadas. La fusariosis, que trajo pérdidas mayores de un 20 % en las siembras anteriores al año 1970, ocasionó perdidas menores del 7 al 8 % en las siembras de la década de los 80. Esta mejora progresiva se da por haberse introducido dos factores, que son : la reproducción de híbridos tolerantes a la enfermedad, dentro de la selección recurrente recíproca, como también la implantación de pruebas precoces de comportamiento por inoculación del patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, en la etapa de presemillero.

Improvement of oil palm vascular wilt tolerance Results and development of the disease at the R. Michaux plantation

H. de FRANQUEVILLE (1) - J.-L. RENARD (2)

INTRODUCTION

Oil Palm Vascular Wilt, induced by the pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (FOE), causes considerable damage in central and west Africa. It was first described by Wardlaw in Zaïre (1946), and is also known in Congo, Cameroon, Nigeria, Benin and Côte-d'Ivoire. The disease has only recently been observed for the first time in Brazil by van de Lande (1983).

In Côte-d'Ivoire, vascular wilt first observed in a former savannah zone in the Dabou region, leading to significant losses this prompted IRHO to set up a selection programme based on resistance to the disease in 1960. The R. Michaux plantation, which covers 4000 hectares in the heart of the zone affected by vascular wilt, has since then been a privileged study site for carrying out this work. Early tests to detect the materials which perform best and studies of the performance in the field of the crosses adopted after such tests now enable an assessment to be made of planting material improvements, which we think it would be interesting to describe in this article.

MATERIAL AND METHODS

Since the start of the 1960s, Oil Palm Wilt research has passed through many stages, summarized in Fig. 1. As with many other vascular diseases, research has concentrated on detecting resistant crosses, since it was already so clear in the fields that some families perform better than others, even though they are in the same environment. The planting material performance evaluation obtained led to the development of an early selection test.

Prenursery inoculation test

The inoculation test was inspired by Prendergast's work (1963), and was first applied to young oil palms at the nursery stage. Various crosses of various origins underwent pathogen inoculation, with the aim of detecting sources of both resistance and susceptibility. It was not until later that the technique was adapted to the development of a method for large scale evaluation of the planting material produced. Renard et al. (1972), described how carry out and exploit inoculation tests, which by that stage were being conducted in the prenursery. It should be noted that each cross is characterized by an index (I) representing, in percentage terms, the relationship between the percentage of Vascular Wilt infected plants obtained from it and the mean of all the crosses in the test. The mean is given an index of 100, hence the lower the index, the more tolerant the cross. Each parent is then characterized by the mean of the indexes for its crosses.

Planting material

Recurrent reciprocal selection, which is the basis for oil palm improvement in the method adopted by IRHO (Meunier and Gascon, 1972), makes it possible to reproduce a hybrid which performs well as regards one or several given parameters and, obviously, whose production potential remains highest. The conformity of the reproduction compared with the original hybrid was established by Jacquemard et al. (1981). The improvement in the hybrids reproduced was later confirmed (Gascon et al., 1988). For material destined for

Africa, Vascular Wilt resistance is an essential selection criterion, but it should not be obtained at the expense of production potential: Renard et al. (1980) described the sources of resistance detected in the inoculation tests, within recurrent reciprocal selection on the one hand and within new introductions, such as varieties originating in Latin America, derives from *Elaeis oleifera* and its hybridization with *E. guineensis*, on the other hand. These various results led Renard and Meunier (1983) to define the categories of hybrid to be adopted or eliminated for Vascular Wilt affected areas.

Material destined for the R. Michaux Plantation

600 to 700 crosses are assessed in the prenursery each year on this plantation. The site particularly favours the confirmation, or not, of Vascular Wilt resistance using the inoculation test: in fact, it was not unusual to observe families decimated by the disease in plantings from the 1950s and 1960s, thus revealing the high parasite pressure in the area.

As soon as the first test results were obtained in 1970-72, families with an index of less than 100 were planted. From 1975 onwards, only those families with an index of less than 70 have been planted, which increasingly belonged to reproductions of the best performing hybrids, after eliminating more susceptible families at the end of the 1970s and the beginning of the 1980s. All of the crosses planted at identified in the field, which has contained only replantings since 1976.

Observations

Regular monitoring of the performance of the various crosses planted in the field is ensured by a system of regular sampling. Their frequency depends on the age of the trees: four observations per year are made up until 5 years old, three per year from 6 to 8 years, two from 8 years onwards. This monitoring means that an accurate history of vascular wilt development on the various plots can be drawn up, and two essential pieces of information obtained regularly:

- the Vascular Wilt percentage at a given time: this covers all of the oil palms showing vascular wilt symptoms including those which have died from the disease.

- the cumulated Vascular Wilt percentage: this covers all of the oil palms which have at one time or another shown Vascular Wilt symptoms, regardless of disease development thereafter.

By considering the two percentages and the relationship between them, it is possible to establish the remission rate, showing the planting material's ability to overcome parasite attacks.

RESULTS

Vascular Wilt evolution according to planting years

The incidence of vascular wilt on the R. Michaux plantation at the end of 1988 is given in figs. 2, 3 to 4, in which every planting year between 1964 and 1982 is represented.

Figure 2 summarizes the percentage of vascular wilt cases which appeared in each planting year: hence all of the oil palms which have at one time or another shown vascular wilt symptoms are taken into account in this percentage. The 1964 to 1967 plantings, covering almost 500 hectares, show more than 25 % Vascular Wilt on average. Up until the 1976 plantings, the cumulated Vascular Wilt rate is on average markedly over 15 %, and then tends to decrease.

As regards symptom expression, a regular reduction in vascular wilt is observed in line with the plantings date (Fig. 3). The 1964-

(1) Plantation expérimentale R. Michaux - BP 8 - Dabou - Côte-d'Ivoire.

(2) Directeur IRHO/CIRAD - phytopathology Division - BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1 (France)

1967 crops remain at an average of 20 % of oil palms with external disease symptoms, with certain of their crosses exceeding 70 % Vascular Wilt. From 1968-1970 onwards, following the initial research into tolerance sources, symptom expression decreased, despite a cumulated Vascular Wilt percentage that is still high. The period 1970-1975 corresponds to the setting up and development of inoculation tests.

From the 1976 plantings onwards there was a regular drop in the cumulated and expressed vascular wilt rates, following characterization of the different categories of hybrids according to disease tolerance.

The data in figures 2 and 3 make it possible to determine a remission rate according to planting date. This remission rate, which was under 25 % in the second half of the 1960s, increased steadily to 70 %, reaching and exceeding 80 % in the second half of the 1970s. After 1980, it increased beyond 90% and even 95 %.

Thus, at the beginning of the selection process based on Vascular Wilt tolerance, the disappearance of symptoms only involved one out of four affected trees. Under Dabou conditions, the chronic form of the disease prevails and symptoms expressed remain over many years, before the tree finally dies. Now, the symptoms only remain on one out of ten vascular wilt infected trees, with the other nine gradually resuming normal development.

There are grounds for wondering whether this situation will last and whether the percentage observed in the older crops are not due to their age. Evolution over time and depending on the planting material involved provides additional information.

Vascular Wilt evolution over time

The stimulating effect of oil palm growing on *F. oxysporum* population development has been shown by Renard (1967). This effect is all the more pronounced in that trees with chronic symptoms survive and thereby create conditions which jeopardize the phytosanitary condition of the replanting (de Franqueville and Renard, 1988).

Hence, second generation oil palms come up against a strong inoculum. This is then sufficient to render vascular wilt a young age disease. Figures 5 and 6 confirm this, retracing the cumulated evolution of the disease over a few planting years in areplanting : the Vascular Wilt cases appear within 3 to 4 years following planting, reaching a plateau thereafter which depends on the type of planting material involved. In particular, it can be seen that evolution of 1975 and 1976 replantings has been perfectly stable since 1979-1980 ; the figures in brackets also show that the remission phenomenon outweighs the appearance phenomenon

These observations, which are being confirmed year after year have led to categories of hybrids which perform less well with respect to vascular wilt being eliminated from the planting material used. Thereby leading to a situation such as the one described in figure 7 in the most recent crops. Apart from the 1985 crops, which only occupy 38 hectares and which are planted with untested, non-identified crosses, disease evolution has now stabilized, at under 2.5 %.

DISCUSSION - CONCLUSION

The situation we have just described shows that gradual improvement of Vascular Wilt tolerance has been obtained over the last fifteen years. This improvement is based on characterization of planting material according to its reaction to inoculation with the pathogen and on the reproduction of tolerant hybrids within the framework of reciprocal recurrent selection. It is reflected in reduced symptom expression and the ability of oil palms to overcome parasite aggression and evolve towards normal development despite the colonization which their root systems have been subjected to ; this is reflected in the remission rate.

The effect of this temporary vascular wilt expression on bunch production is currently being studied and is discussed elsewhere (Renard and Franqueville, 1989) ; initial indications are that there is a depressive effect on yields, which varies in degree depending on the tolerance of the hybrid reproduced. Hence in the performance trial involving oil palm families in the field and taking these into account in the selection process, the cumulated vascular wilt rate plays a greater role than the percentage expressed or the remission ability. In effect, attempts are made to select the material that exteriorizes Vascular Wilt as little as possible, however slight and fleeting the appearance of symptoms may be. These crosses, whose tolerance in the prenursery has been confirmed by their performance in the fields in highly wilt infected zones, are being reproduced in connection with a special programme.

One might also wonder as to the stability of the plateau reached three or four years after planting. The categories of hybrids that have now been planted for over fourteen years are no longer evolving towards expression of the disease, despite the heavy parasite pressure exerted in the Dabou savannah region, pressure which is all the more severe in that replantings are involved. Nonetheless, care should be taken not to favour adaptation of the parasite to a much too limited range of planting material ; new sources of tolerance are regularly being detected by *FOE* inoculation, whether from crosses originating from different selection recombination programmes, or from clones, certain of which have already proved to be most promising, and their tolerance potential is currently being confirmed in the field.

The inoculation tests have led to the detection of range of tolerant planting material and have made it possible to proceed with a high risk replanting programme, so far with success. Their general agreement with field results has also been seen in other locations, such as Zaire (de Franqueville, 1984), though differences in performance have also been seen between tests in the prenursery and on the plantation, partly due to the type of resistance mechanisms involved, which are as yet still poorly understood. It is in the aim of eliminating these differences that a study of the physiological mechanisms that provide this Vascular Wilt resistance (Taquet *et al.*, 1985) is now being employed to counterbalance conventional tests, so as to optimize the selection process ; the 1960s crops replanting phase does, in fact, require particular effort to be made on research into the disease.

